

Модель ресурсосберегающей технологии очистки воды на «сухих» фильтрах

Е.О.Графова, канд. техн. наук

Петрозаводский государственный университет

185910, Российская Федерация, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

В последние годы «сухое» фильтрование все чаще доказывает свои ресурсосберегающие и функциональные преимущества перед другими видами фильтрования. Ряд внедрений «сухих» фильтров для очистки производственных сточных вод от автомоек и загрязненных дождевых вод продемонстрировал перспективу при удалении нефтепродуктов и взвешенных веществ.

При переносе известных конструкторских решений по сооружениям большой производительности на сооружения малой и средней производительности эффективным оказывается применение методов математического моделирования. Удачно построенная феноменологическая модель и математическая модель зачастую позволяют прояснить физику процесса, выйти на инженерные методы его расчета или приблизиться к ним. При этом удастся избежать грубых ошибок в построении программ экспериментальных исследований, упростить технологию.

Примером применения математического моделирования для обоснования и оптимизации фильтрационного процесса является модель «сухого» секционного фильтрования.

Традиционно для обезжелезивания воды применяют метод упрощенной аэрации и фильтрования через затопленную зернистую загрузку. Известен также метод «сухого» фильтрования, когда верхний слой загрузки фильтра не затоплен, вода стекает под действием силы тяжести тонкой пленкой по крупнозернистой загрузке, затем фильтруется через мелкие фракции затопленной загрузки фильтра

При разработке модели «сухого» фильтра проработаны три особенности процесса:

1. Фильтрование воды происходит в водо-воздушной, т.е. в трехфазной среде (твердое тело - жидкость - газ) и в поровом пространстве не образуется сплошного тока воды. Вода образует пленочное (а не струйное) течение.

2. Фильтрация происходит в пульсационном режиме: подача загрязненной порции воды чередуется паузами без подачи воды, когда пленка воды стекает, осадок и поверхность зерен фильтра оказывается в воздушной среде.

3. Секционная конструкция фильтра. При достижении времени защитного действия t_3 первая секция изымается, вторая секция (частично загрязненная) становится первой, а новая чистая секция ставится в конец фильтра.

Рассматривается математическая модель выявленных особенностей.

Метод «сухого» фильтрования нашел удачное применение в конструкции сооружений очистки от нефтепродуктов дождевых и талых вод с территории трансформаторных подстанций. При очистке от нефтепродуктов дождевых вод

с автотрассы М-18 «Кола» на территории Мурманской области потребовались сооружения, способные работать без электроэнергии, при малых перепадах высот между полотном автодороги и рельефом для сброса очищенных стоков.

Автодорога М-18 «Кола» (от С.-Петербурга до границы с Норвегией) пересекает множество водоохранных зон, по всей трассе её отличают отсутствие электроснабжения, заболоченность (до 40% территории), выходы горных пород, чрезвычайно малое (от 0,3 м) превышение полотна дороги над рельефом местности, высокий уровень грунтовых вод. В таких условиях применение локальных очистных сооружений (ЛОС) подземного размещения и насосной перекачки стока исключено. Найдено решение [4], которое предусматривает самотёчное движение стока, сорбционную очистку на многослойном фильтре малой толщины, неглубокое или на поверхности земли расположение ЛОС, «водозаполненное» состояние в рабочем режиме (очистка стоков) и «сухое» в режиме ожидания (включая зимний период).

Вынужденное использование сорбционного фильтра малой толщины (в противоположность нормативно большой) потребовало соответствующего обоснования. Постановочные эксперименты показали: сорбционная очистка на слоях малой толщины имеет право на жизнь. Сорбционный фильтр должен быть многослойным, как минимум трехслойным: один из сорбентов должен обладать высокой сорбционной ёмкостью, но может иметь плохую кинетику, второй сорбент может обладать невысокой сорбционной ёмкостью, но должен иметь хорошую кинетику; требуется также третий слой сорбента - «страховочный» или «финишный».

Перспективным для фильтра с такими показателями оказалось использование полимерного (пенополиуретан), органического (модифицированный торф) и минерального («Новосорб») сорбентов. Для качественной и количественной оценки возможностей этих сорбентов использовались методы и средства хорошо развитой теории динамики сорбции. Подробно рассматривается кинетика сорбции подобранных нефтесорбентов.

Выводы из анализа модели позволили обосновать конструктивное решение по водоочистному фильтру для условий очистки от нефтепродуктов дождевых и талых вод с полотна автотрассы М-18 «Кола» при малых перепадах между полотном автодороги и рельефом для сброса очищенных стоков.